

特開平6-130267

(43)公開日 平成6年(1994)5月13日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

G02B 7/02

26/10

27/30

識別記号

F

D

9120-2K

F I

審査請求 未請求 請求項の数1 (全9頁)

(21)出願番号

特願平4-300686

(22)出願日

平成4年(1992)10月14日

(71)出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72)発明者 飯間 光規

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光

光学工業株式会社内

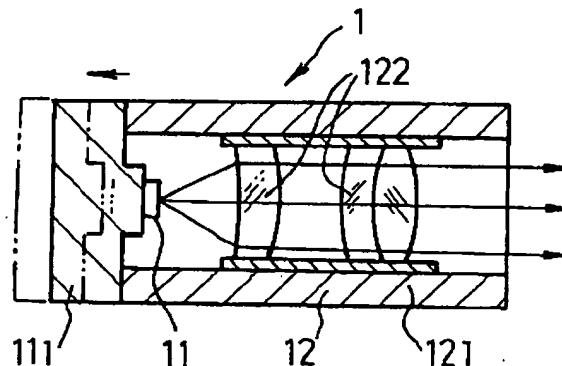
(74)代理人 弁理士 鈴木 章夫

(54)【発明の名称】温度補正型光学装置

(57)【要約】

【目的】 鏡筒とレンズで構成される光学装置において、温度変化により鏡筒の長さが変化された場合でも、光学装置としての焦点位置の変動を防止した温度補正型光学装置を得る。

【構成】 温度変化により筒長が変化される鏡筒121と、この鏡筒121内に保持されたレンズ121とで構成される光学装置(コリメータ)12において、レンズ122を、温度変化に応じて焦点距離が変化され、かつその焦点距離の変化と鏡筒121の筒長の長さの変化が相殺してレンズの焦点位置を一定位置に保持し得る素材で形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 温度変化により筒長が変化される鏡筒と、この鏡筒内に保持されたレンズとで構成される光学装置において、前記レンズは、温度変化に応じて焦点距離が変化され、かつその焦点位置の変化と前記筒長の長さの変化が相殺して前記レンズの焦点位置と光源位置との差を任意に設定し得る素材で形成したことを特徴とする温度補正型光学装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はレンズ光学系を備える光学装置に関し、特に温度変化に伴う焦点位置の変化を自動的に補正する光学装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 図2はレーザプリンタ等に用いられるレーザ走査ユニットの一例を示す全体構成図である。同図のように、レーザ発光部1はレーザ発光源としてのレーザダイオード11と、このレーザダイオード11で発光されたレーザ光を平行光束とするコリメータ12とで構成される。このレーザ発光部1からの光はビーム整形レンズ2を透過された上で回転駆動されるポリゴンミラー3で反射され、かつ $f\theta$ レンズを含む結像光学系4により感光ドラム5等の感光面に結像され、かつ走査される。

【0003】 この種のレーザ走査ユニットでは、レーザダイオード11で発光されたレーザ光をコリメータ12及び結像光学系4により感光ドラム5の感光面に正確に焦点を結ぶことが要求される。しかしながら、実際には種々の要因により、焦点ずれが生じている。その要因として、例えば次のものが挙げられる。(a) 温度変化により走査光学ユニットを構成するレーザ発光源、光学系、ポリゴンミラー等の間の機械的な寸法が変動されること。(b) 温度変化により結像光学系の焦点距離が変動されること。(c) 温度変化によりレーザ発光部のコリメータレンズの鏡筒の筒長が変動すること。(d) 温度変化によりコリメータレンズの焦点距離が変動されること。(e) 温度変化によりレーザダイオードの発振波長が変動し、光軸上での色収差が生じること。

【0004】 これらの要因のうち、前記(c)の要因が最も重要となる。図3に光学模式図を示すように、レーザダイオード11に対向配置されるコリメータ12の焦点距離を $f_c$ 、感光ドラム5の感光面に対向配置される結像光学系4の焦点距離を $f\theta$ とすると、コリメータ及び結像光学系を含む光学系の総倍率は $(f\theta/f_c)2$ で表される。通常ではコリメータの焦点距離 $f_c$ よりも結像光学系の焦点距離 $f\theta$ が極めて大きいため、コリメータ12におけるコリメータレンズの鏡筒長変化による光源(レーザ)位置の移動の変動が総倍率に大きく影響することになる。例えば、 $f\theta = 150\text{ mm}$ 、 $f_c = 5\text{ mm}$ とすると、 $(f\theta/f_c)2 = 900$ となるため、

仮に光源が光軸方向に $1\text{ }\mu\text{m}$ 変化されるだけでも、 $0.9\text{ mm}$ だけ結像光学系の焦点距離 $f\theta$ による焦点位置が変動することになる。

【0005】 そこで、従来ではコリメータの鏡筒を線膨張係数の異なる素材を組み合わせて形成し、温度変化によって生じるレーザダイオードとコリメータレンズとの間の距離の変化を、コリメータレンズの焦点距離の変動に合わせるようにしたものが提案されている。或いは、温度変化に伴う鏡筒の長さ変動と、レーザダイオードの発振波長の変動による軸上色収差量とが相殺するように構成したものが提案されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前者の構成では、鏡筒の構成が極めて複雑になるという問題がある。また、後者の構成ではレーザダイオードの光源温度と各光学部品の温度とが必ずしも一致するとは限らず、かつレーザダイオードの温度による波長変化特性毎に光学系を設計しなければならない。本発明の目的は、構造を複雑にすることなく、かつレーザダイオードの特性によらず鏡筒とレンズで構成される光学装置の温度変化による焦点位置と光源位置の差の変動を防止することを可能にした温度補正型光学装置を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、温度変化により筒長が変化される鏡筒内に保持されたレンズを、温度変化に応じて焦点位置の変化と鏡筒の筒長の長さの変化が相殺してレンズの焦点位置と光源位置との差を任意に設定し得る素材で形成する。

## 【0008】

【実施例】 次に、本発明について図面を参照して説明する。図1は本発明を図2に示したようなレーザプリンタのレーザ走査ユニットに用いられるレーザ発光部に適用した例を示し、レーザ発光源としてのレーザダイオード11と、このレーザダイオードで発光されたレーザ光を平行光束とするコリメータ12とでレーザ発光部1が構成される。レーザダイオード11は円形板状のベース111に搭載される。また、コリメータ12は、金属、ここではアルミニウム製の鏡筒121と、この鏡筒内に内装されたコリメータレンズ122とで構成される。このコリメータでは、例えば温度が上昇したときには、同図に鎖線で示すようにアルミニウムからなる鏡筒121の筒長が伸張されるため、レンズ122とレーザダイオード11との間の距離が長くなり、レンズのバックフォーカス位置にレーザダイオードが位置されなくなる。この結果、レーザダイオードとコリメータ間隔よりもバックフォーカスが短くなり、コリメータから出力されるレーザ光の平行性が劣化され、これにより結像光学系4による感光面での結像位置や結像寸法に大きな影響を与えることになる。

【0009】そこで、本発明では、温度変化によるレンズ122の焦点距離の変化を、鏡筒121の筒長の変化と相殺するようにレンズを構成する。レンズの焦点距離が温度により変化される場合の要因として、レンズの線膨張による形状の変化、レンズの屈折率の変化がある。

$$1/f = (n-1) (1/R_1 - 1/R_2) \quad \dots (1)$$

ここで、nはレンズの屈折率、R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>はレンズ面の曲率半径である。(1)式を用いて、単玉のレンズでコリメータを構成し、これが熱温度変化によって熱変形して焦点距離がf'に変化したとすると、その変化量△f<sub>10</sub>αは、(2)式で示される。

$$\Delta f \alpha = f' - f = \alpha \cdot f \quad \dots (2)$$

ここで、αはレンズの線膨張率である。

$$\Delta f_{\text{total}} = \Delta f \alpha + \Delta f n = f (\alpha - \Delta n / (n-1)) \quad \dots (4)$$

となる。この(4)式を用いてA～Eの異なるガラス素材を用いたレンズの焦点距離の変化を試算したところ、文末の(表1)の結果が得られた。

【0011】この結果、ガラスCでは、焦点距離の変化率が、 $2.38 \times 10^{-4}$ となり、コリメータレンズの鏡筒を構成するアルミニウムの線膨張係数 $2.3 \times 10^{-4}$ と略同じになることが判る。したがって、このガラスCを用いてレンズを形成し、これをアルミニウムで鏡筒を形成したコリメータに用いれば、温度変化によって鏡筒の長さが伸張された場合でも、これに伴ってレンズの焦点距離が略同じだけ長くなり、結果としてコリメータの焦点位置がレーザダイオードに対して移動されることがなくなる。このため、このコリメータをレーザプリントのレーザ発光部に用いれば、結像光学系によって感光体面に合焦状態で結像され、良好なプリントが可能となる。

【0012】また、ガラスA、Eにおいても、焦点距離の変化率がそれぞれ $16.2 \times 10^{-4}$ 、 $25.1 \times 10^{-4}$ となり、ガラスC程ではないが、アルミニウムの線膨

$$\Delta f = (f/f_1)^{1/2} \cdot \Delta f_1 + (f/f_2)^{1/2} \cdot \Delta f_2 \quad \dots (5)$$

ここで、△f<sub>1</sub>、△f<sub>2</sub>は、それぞれレンズ11及びレンズ12の焦点距離の変化を前記した式(4)で求めたものである。この(5)式において、例えば、レンズ1

$$\Delta f = 8.7 \times (f/f_1)^{1/2} + 7.5 \times 10^{-4} \quad \dots (6)$$

となる。なお、f<sub>2</sub>はレンズ組合せの式(7)に基づいて消去している。

$$1/f = 1/f_1 + 1/f_2 \quad \dots (7)$$

【0014】したがって、△fをアルミニウムの線膨張係数 $2.3 \times 10^{-4}$ に等しくするためには、△f =  $23 \times 10^{-4}$ とおいて、これを解くと、

$$f/f_1 = 1.8$$

となる。換言すれば、レンズ11の焦点距離f<sub>1</sub>をコリメータの焦点距離fに対して $1/1.8$ 倍のものを用いればよく、これにより焦点距離の変化量△fをアルミニウムの鏡筒の変化量に一致させ、コリメータの焦点位置を略一定に保つことが可能となる。

ここで、これらの要因を考慮してレンズの温度変化による焦点距離の変化を試算する。周知のレンズ焦点距離の公式を用いると、図4(a)に示すような単玉レンズL1の焦点距離fは、(1)式で示される。

$$1/f = (n-1) (1/R_1 - 1/R_2) \quad \dots (1)$$

【0010】一方、前記レンズの屈折率nが温度変化によって変化して焦点距離がf'に変化したとすると、その変化量△f<sub>n</sub>は、(3)式で示される。

$$\Delta f_n = f' - f = -\Delta n \cdot f / (n-1) \quad \dots (3)$$

ここで、nはレンズの屈折率、△nは温度変化によるレンズの屈折率の変化量である。したがって、両者の要因による焦点距離の変化は、

$$\Delta f_n = f' - f = -\Delta n \cdot f / (n-1) \quad \dots (4)$$

張率に近い値であり、補正は可能である。即ち、温度変化に対する屈折率の変化量△nが負の値のガラスでは、ガラスの線膨張率による焦点距離の変化量に対して屈折率による焦点距離の変化量を相加することになるため、金属の線膨張率に近い値となる。これに対し、ガラスB、Dは、温度変化に対する屈折率の変化量△nが正の値であるため、ガラスの線膨張率による焦点距離の変化量から屈折率による焦点距離の変化量を差し引くことになるため、金属の線膨張率とは大きく異なる値となり、鏡筒の伸張を補正することはできない。そして、多くのガラスがB、Dのような特性を持つ。因みに、ガラスB、Dの焦点距離の変化率は $7.5 \times 10^{-4}$ 、 $8.3 \times 10^{-4}$ であり、アルミニウムの線膨張率とは1桁異なる。

【0013】次に、複数のレンズを用いた光学系について考える。例えば、図4(b)のように、それぞれ焦点距離がf<sub>1</sub>、f<sub>2</sub>のレンズL11及びレンズL12の2枚レンズで光学系を構成した場合には、温度変化に対する光学系の焦点距離の変化△fは(5)式で示される。

$$\Delta f = (f/f_1)^{1/2} \cdot \Delta f_1 + (f/f_2)^{1/2} \cdot \Delta f_2 \quad \dots (5)$$

1にガラスAを用い、レンズ12にガラスDを用いて計算すると、

$$\Delta f = 8.7 \times (f/f_1)^{1/2} + 7.5 \times 10^{-4} \quad \dots (6)$$

【0015】以下、本発明の実施例を説明する。

(第1実施例) 図5(a)は第1実施例を示しており、単玉レンズでコリメータを構成した例である。曲率半径R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、厚さD<sub>1</sub>のレンズを、屈折率n<sub>1</sub>、アッペル数レ<sub>1</sub>、1°C当たりの屈折率の変化量△N<sub>1</sub>、ガラスの1°C当たりの線膨張係数<sub>1</sub>のガラスを用いて構成している。これらのデータを文末の(表2)の第1実施例の欄に示している。このレンズとアルミニウムの鏡筒とでコリメータを構成すれば、バックフォーカスは(表2)に記載の値となり、かつレンズにおける1°C当たりのレーザダイオードと焦点位置との間隔移動量△P/D<sub>EG</sub>は(表2)に記載の通りとなり、またレーザダイオード

の波長が0.2nm変化したときの焦点移動量 $\Delta P$ ／0.2nmも(表2)に記載の通りとなる。なお、これはレーザダイオードで発光されるレーザ光の波長が、1°Cの温度変化により約0.2nm変化されることに基づいている。これから、温度変化に対する焦点移動量を抑制し、例えばレーザプリンタにこのコリメータを用いたときの感光面における焦点位置の変動を抑制し、好適な

$$\Delta = c x / (1 + \sqrt{(1 - (K+1) c^1 x^1)}) + A_4 x^1 + A_6 x^3 + A_8 x^5 \quad \dots (8)$$

この収差補正を行った結果を図5(b), (c)に示す。

【0017】(第2実施例)図7は本発明の第2実施例を示し、第1実施例と同様に単玉レンズで構成した例である。このレンズの各データを(表2)の第2実施例の欄に示している。この構成においても、 $\Delta P / D E G$ ,  $\Delta P / 0.2\text{nm}$ を低減することができる。図7(a), (b)はこの第2実施例における収差補正を行った例を示す図であり、非球面係数は(表2)に示される。

【0018】(第3実施例)図8(a)は2枚のレンズを張り合わせて単玉レンズを構成した本発明の第3実施例のレンズであり、各レンズのデータを(表2)の第3実施例の欄に示している。この第3実施例でも非球面係数を表1のように設定し、図8(b), (c)に示すような収差補正を行っている。このように、2つのレンズを張り合わせてレンズを構成することで、特に $\Delta P / 0.2\text{nm}$ が改善されることが判る。つまり、単玉と比較し、レーザダイオードの温度による波長変動の影響をうけなくなる。

【0019】(第4実施例)図9(a)は2枚のレンズ

プリントが可能となる。

【0016】なお、この第1実施例では、結像位置における収差を補正するために、表1に記載のように非球面係数K, A4, A6, A8をそれぞれ設定している。これらの非球面係数は、図6に示すようにレンズ面の曲がり量を式(8)で表したときの係数である。

$$\Delta = c x / (1 + \sqrt{(1 - (K+1) c^1 x^1)}) + A_4 x^1 + A_6 x^3 +$$

10 を張り合わせたレンズと、これと同軸に配置したレンズとで所謂2群3枚の光学系を構成した本発明の第4実施例である。各レンズのデータを文末の(表3)の第4実施例の欄に示している。このように、2群3枚の構成とすることで、各レンズを構成するガラス素材の選定やその設計の自由度が高くなり、温度変化に対する焦点距離の補正や収差補正等を積極的に行うことができる。したがって、従来問題とされていた要因(a), (b)の補正量を吸収することができると共に、非球面を使用しなくても明るいレンズを達成することができる。図9(b), (c)はその収差補正を行った例を示す図である。

【0020】(第5実施例～第8実施例)第5実施例乃至第8実施例は、第4実施例と同じレンズ構成であるが、各レンズ1～3のデータはそれぞれ相違させていく。各実施例のレンズのデータを(表3)の第5実施例～第8実施例の各欄に示している。また、各実施例における収差補正を図10～図13の各(a), (b)にそれぞれ示している。

【0021】

【表1】

ガラス	$\alpha$ (線膨張係数)	$n$ (屈折率) [643.85nm]	$\Delta n$	$[\alpha - \Delta n / (n-1)]$
A	$10.2 \times 10^{-6}$	1.61551	$-3.7 \times 10^{-6}$	$16.2 \times 10^{-6}$
B	$8.9 \times 10^{-6}$	1.83807	$1.2 \times 10^{-6}$	$7.5 \times 10^{-6}$
C	$12.7 \times 10^{-6}$	1.49543	$-5.5 \times 10^{-6}$	$23.8 \times 10^{-6}$
D	$9.1 \times 10^{-6}$	1.79751	$0.6 \times 10^{-6}$	$8.3 \times 10^{-6}$
E	$13.4 \times 10^{-6}$	1.45470	$-5.3 \times 10^{-6}$	$25.1 \times 10^{-6}$

【0022】

【表2】

	第1実施例	第2実施例	第3実施例
R 1	62.000	64.000	61.667
D 1	50.000	50.000	50.000
R 2	-176.290	-116.881	-41.667
D 2	-	-	16.667
R 3	-	-	-144.017
f B	73.377	80.424	63.422
第1面 非球面係数			
K	-0.940	0.000	
A 4	0.000	$-6.03 \times 10^{-7}$	
A 6	0.000	$-1.20 \times 10^{-10}$	
A 8	0.000	$-3.00 \times 10^{-14}$	
N 1	1.49282	1.45252	1.61138
$\nu$ 1	81.600	90.300	63.400
$\Delta N$ 1	-0.0000055	-0.0000053	-0.0000037
$\nu$ 1	0.0000127	0.0000134	0.0000102
N 2	-	-	1.82484
$\nu$ 2	-	-	23.800
$\Delta N$ 2	-	-	0.0000012
$\nu$ 2	-	-	0.0000089
f	100.00	100.00	100.00
$\Delta P/DEG$	0.00018	0.00028	0.00022
$\Delta P/0.2mm$	0.00054	0.00049	0.00006

【0023】

【表3】

	第4実施例	第5実施例	第6実施例	第7実施例	第8実施例
R 1	94.326	145.010	92.549	92.596	91.232
D 1	11.667	10.000	11.667	11.667	11.667
R 2	-76.163	-88.610	-76.033	-80.326	-81.040
D 2	6.000	6.667	6.000	6.000	6.000
R 3	-265.086	-536.227	-297.966	-298.305	-266.947
D 3	21.667	21.667	21.667	21.667	21.667
R 4	88.465	68.447	81.281	79.093	82.839
D 4	8.333	8.333	8.333	8.333	8.333
R 5	-378.923	379.660	-839.455	-1,255.650	-737.780
f B	81.731	83.559	80.650	80.424	80.619
N 1	1.49538	1.61139	1.49282	1.49282	1.49282
v 1	56.400	63.400	81.600	81.600	81.600
Δ N 1	-0.0000015	-0.0000037	-0.0000055	-0.0000055	-0.0000055
l 1	0.0000092	0.0000102	0.0000127	0.0000127	0.0000127
N 2	1.82484	1.82484	1.78565	1.78565	1.83360
v 2	23.800	23.800	25.400	25.400	32.300
Δ N 2	0.0000012	0.0000012	0.0000006	0.0000006	0.0000041
l 2	0.0000089	0.0000089	0.0000091	0.0000091	0.0000074
N 3	1.49538	1.61139	1.49538	1.49282	1.49282
v 3	56.400	63.400	56.400	81.600	81.600
Δ N 3	-0.0000015	-0.0000037	-0.0000015	-0.0000055	-0.0000055
l 3	0.0000092	0.0000102	0.0000092	0.0000127	0.0000127
f	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Δ P/DEC	-0.00068	-0.00004	0.00034	0.00090	0.00116
Δ P/0.2mm	0.00016	-0.00001	-0.00003	-0.00013	0.00007

## 【0024】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、レーザダイオードの波長変化には左右されず、かつ温度変化に応じて焦点距離が変化されたときに、その焦点位置の変化と鏡筒の筒長の長さの変化が相殺してレンズの焦点位置と光源位置の差を任意に設定し得る素材でレンズを構成しているので、温度変化によって鏡筒の寸法が変化された場合でも、これに追従してレンズの焦点位置を変化させて正しく光源に一致させてるので、結果として、鏡筒の寸法変化を相殺させ、温度変化やレーザダイオードの波長変化に関わらず走査光学系の焦点位置が変動しない光学装置を得ることができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用するコリメータを含むレーザ発光部の概略断面構成図である。

【図2】レーザ発光部をレーザプリンタに適用した構成 50

の概略斜視図である。

【図3】コリメータと結像光学系の模式的な光学構成図である。

【図4】本発明を適用する単玉レンズ及び2枚玉レンズの構成図である。

【図5】本発明の第1実施例のレンズ構成図及び収差特性図である。

【図6】非球面係数を説明するための図である。

【図7】本発明の第2実施例のレンズ構成図及び収差特性図である。

【図8】本発明の第3実施例のレンズ構成図及び収差特性図である。

【図9】本発明の第4実施例のレンズ構成図及び収差特性図である。

【図10】本発明の第5実施例の収差特性図である。

【図11】本発明の第6実施例の収差特性図である。

【図12】本発明の第7実施例の収差特性図である。

1 1 レーザダイオード

【図13】本発明の第8実施例の収差特性図である。

1 2 コリメータ

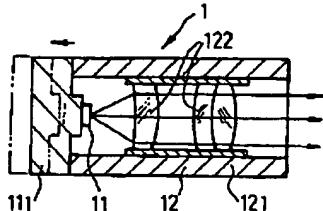
【符号の説明】

1 2 1 鏡筒

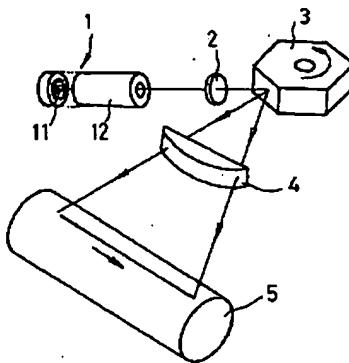
1 2 2 レンズ

1 レーザ発光部

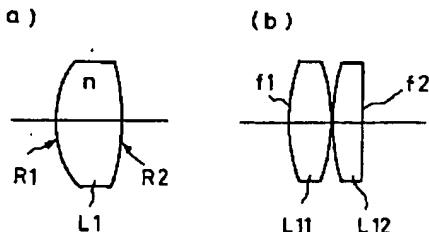
【図1】



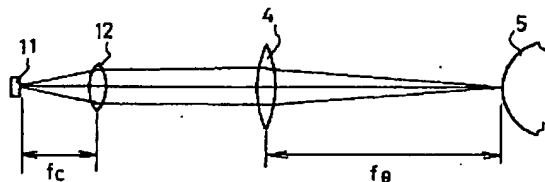
【図2】



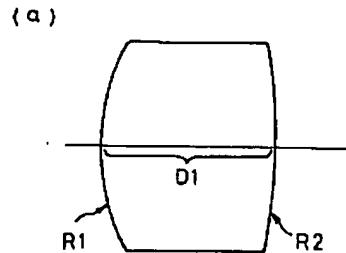
【図4】



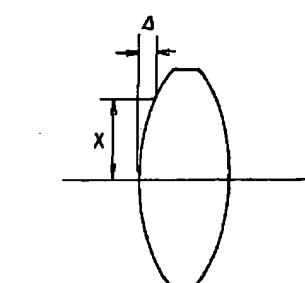
【図3】



【図5】

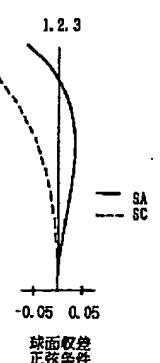


【図6】

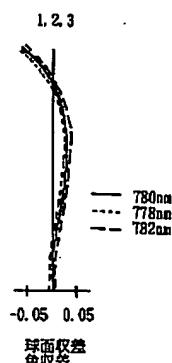


$$\Delta = \frac{cx}{1 + \sqrt{1 - (k+1) \frac{c^2 x^2}{4}}} + A_4 x^4 + A_6 x^6 + A_8 x^8$$

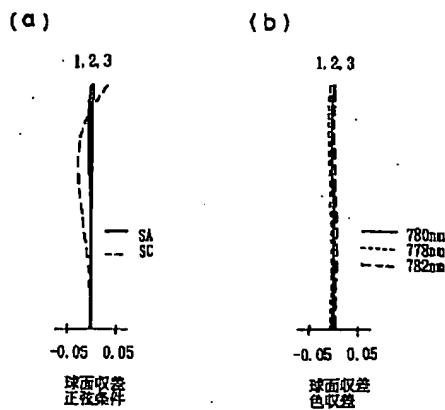
(b)



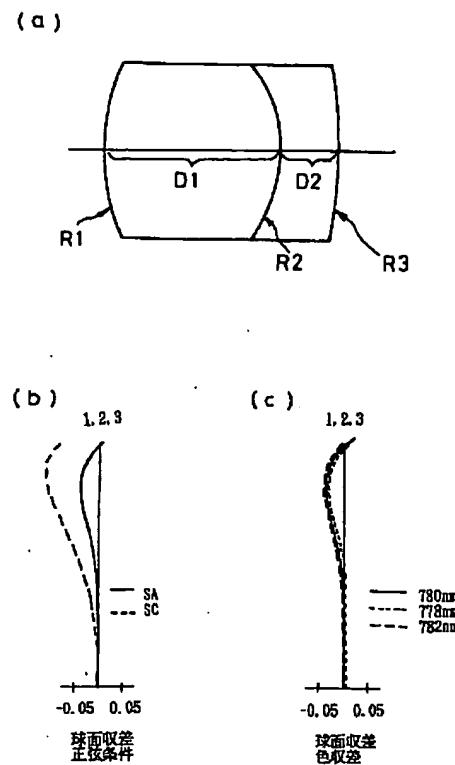
(c)

球面収差  
正弦条件球面収差  
色収差

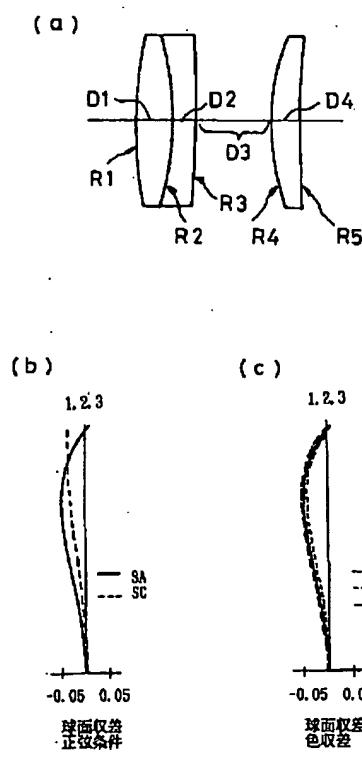
【図7】



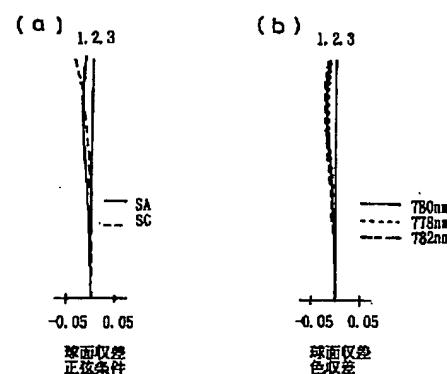
【図8】



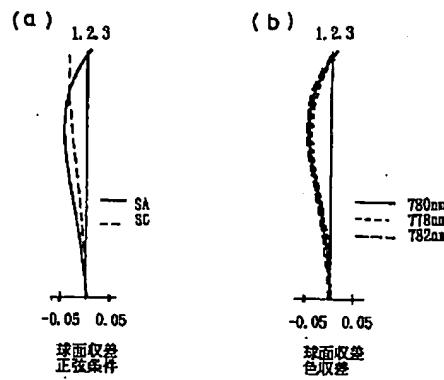
【図9】



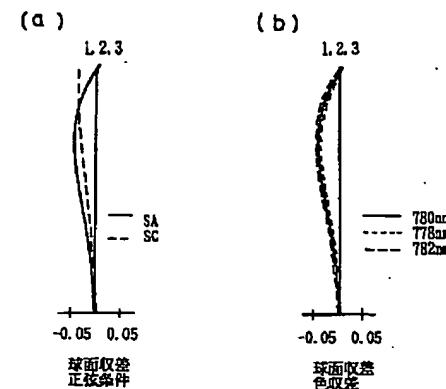
【図10】



【図11】



【図12】



【図13】

